

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-354377

(P2004-354377A)

(43) 公開日 平成16年12月16日 (2004. 12. 16)

(51) Int. Cl. ⁷

F 1

テーマコード (参考)

G O 1 S 3/46

G O 1 S 3/46

5 J 0 2 1

G O 1 S 3/04

G O 1 S 3/04

C

5 K 0 6 7

H O 1 Q 3/30

H O 1 Q 3/30

H O 1 Q 21/24

H O 1 Q 21/24

H O 4 B 7/26

H O 4 B 7/26

B

審査請求 有 請求項の数 15 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-148454 (P2004-148454)

(22) 出願日 平成16年5月18日 (2004. 5. 18)

(31) 優先権主張番号 2003-033479

(32) 優先日 平成15年5月26日 (2003. 5. 26)

(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 502032105

エルジー エレクトロニクス インコーポ
レイティド

大韓民国, ソウル 150-721, ヨン
ドンポーク, ヨイドードン, 20

(74) 代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

(74) 代理人 100062409

弁理士 安村 高明

(74) 代理人 100113413

弁理士 森下 夏樹

最終頁に続く

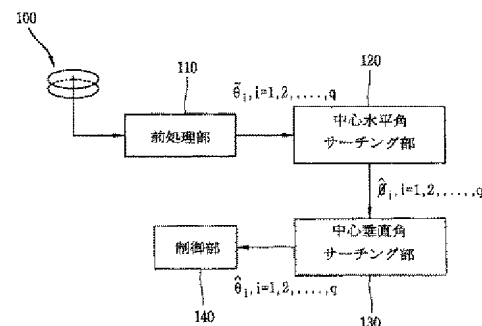
(54) 【発明の名称】 基地局の分散信号源サーチング方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 一対の円形アレーアンテナを用いて分散信号源の粗中心垂直角を推定し、該推定された粗中心垂直角を二次元費用関数に適用して前記分散信号源の中心水平角を推定し、該推定された中心水平角を二次元費用関数に適用して前記分散信号源の中心垂直角を推定することで、前記分散信号源の信号到着方向推定方法の複雑度を減らし、局所最大の問題を防止し得る基地局の分散信号源サーチング方法及び装置を提供すること。

【解決手段】 上下方向に所定距離離隔された一対の円形アレーアンテナ100と、一対の円形アレーアンテナ100を通して受信された分散信号源の粗中心垂直角を推定する前処理部110と、粗中心垂直角を用いて分散信号源の中心水平角を推定する中心水平角サーチング部120と、推定された中心水平角を用いて散信号源の中心垂直角を推定する中心垂直角サーチング部130とを含んで基地局の分散信号源サーチング装置を構成する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項1】**

上下方向に所定距離離隔された一対の円形アレーアンテナと、
前記一対の円形アレーアンテナを通して受信された分散信号源 (distributed signal source) の粗中心垂直角を推定する前処理部と、
前記粗中心垂直角を利用して、前記分散信号源の中心水平角を推定する中心水平角サーチ部と、
前記推定された中心水平角を利用して、前記分散信号源の中心垂直角を推定する中心垂直角サーチ部と
を含んで構成されることを特徴とする基地局の分散信号源サーチ装置。

【請求項2】

前記一対の円形アレーアンテナの各軸は同一線上に位置し、それら軸間には前記所定距離が存在し、前記一対の円形アレーアンテナの各感知器間には上下方向に前記所定距離が存在することを特徴とする請求項1記載の基地局の分散信号源サーチ装置。

【請求項3】

前記所定距離は、波長の長さの倍数を含むことを特徴とする請求項2記載の基地局の分散信号源サーチ装置。

【請求項4】

前記前処理部は、前記一対の円形アレーアンテナを通して受信された前記分散信号源の粗中心垂直角を、T L S - E S P R I T方法を利用して推定することを特徴とする請求項1記載の基地局の分散信号源サーチ装置。

【請求項5】

前記中心水平角サーチ部は、中心垂直角の変数及び中心水平角の変数に対する二次元費用関数に前記粗中心垂直角を前記中心垂直角の変数の値として入力することで、前記中心水平角の変数に対する第1次元費用関数に変換し、該第1次元費用関数が最大値を有するための前記分散信号源の中心水平角を推定することを特徴とする請求項1記載の基地局の分散信号源サーチ装置。

【請求項6】

前記中心垂直角サーチ部は、中心垂直角の変数及び中心水平角の変数に対する二次元費用関数に前記推定された中心水平角を前記中心水平角の変数の値として入力することで、前記中心垂直角の変数に対する第2次元費用関数に変換し、該第2次元費用関数が最大値を有するための前記分散信号源の中心垂直角を推定することを特徴とする請求項1記載の基地局の分散信号源サーチ装置。

【請求項7】

前記推定された中心垂直角及び中心水平角を利用して、前記分散信号源の信号到着方向にビームを形成する制御部を更に含むことを特徴とする請求項1記載の基地局の分散信号源サーチ装置。

【請求項8】

一対の円形アレーアンテナの各感知器を通して分散信号源を受信する段階と、
前記受信された各分散信号源の粗中心垂直角を推定する段階と、
一つの分散信号源の粗中心垂直角を利用して、前記分散信号源の中心水平角を推定する段階と、
前記推定された中心水平角を利用して、前記分散信号源の中心垂直角を推定する段階と
を行うことを特徴とする基地局の分散信号源サーチ方法。

【請求項9】

前記中心水平角を推定する段階及び前記中心垂直角を推定する段階を、前記分散信号源の個数だけ順次行う段階を更に行うことを特徴とする請求項8記載の基地局の分散信号源サーチ方法。

【請求項10】

前記一対の円形アレーアンテナの各軸は同一線上に位置し、それら軸間には波長の長さ

の倍数に該当する所定距離が存在し、前記一对の円形アレーアンテナの各感知器間には上下方向に前記所定距離が存在することを特徴とする請求項8記載の基地局の分散信号源サーチング方法。

【請求項11】

前記粗中心垂直角の推定は、前記一对の円形アレーアンテナの各感知器を通して受信された前記各分散信号源の粗中心垂直角を、T L S - E S P R I T方法を利用して推定することを特徴とする請求項8記載の基地局の分散信号源サーチング方法。

【請求項12】

前記分散信号源の中心水平角を推定する段階は、
中心垂直角の変数及び中心水平角の変数に対する二次元費用関数を、前記中心水平角の変数に対する第1次元費用関数に変換する段階と、
前記第1次元費用関数が最大値を有するための前記分散信号源の中心水平角を推定する段階と
を行うことを特徴とする請求項8記載の基地局の分散信号源サーチング方法。

【請求項13】

前記二次元費用関数を前記第1次元費用関数に変換する方法は、前記中心垂直角の変数及び前記中心水平角の変数に対する二次元費用関数に、前記粗中心垂直角を前記中心垂直角の変数の値として入力する方法であることを特徴とする請求項12記載の基地局の分散信号源サーチング方法。

【請求項14】

前記分散信号源の中心垂直角を推定する段階は、
中心垂直角の変数及び中心水平角の変数に対する二次元費用関数を、前記中心垂直角の変数に対する第2次元費用関数に変換する段階と、
前記第2次元費用関数が最大値を有するための前記分散信号源の中心垂直角を推定する段階と
を行うことを特徴とする請求項8記載の基地局の分散信号源サーチング方法。

【請求項15】

前記二次元費用関数を前記第2次元費用関数に変換する方法は、前記中心垂直角の変数及び前記中心水平角の変数に対する二次元費用関数に、前記推定された中心水平角を前記中心水平角の変数の値として入力する方法であることを特徴とする請求項14記載の基地局の分散信号源サーチング方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移动通信基地局の信号源サーチングに関するもので、詳しくは、適応アンテナを備える基地局の分散信号源サーチング方法及びその装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

移动通信システムにおいて無線信号は、多重経路を通して伝送されるため分散信号源 (distributed signal source) になる。

【0003】

一般に、基地局は、図4に示した一つの円形アレーアンテナ (circular array antenna) を使用することで、分散信号源の信号到着方向である移动通信端末機の方角を推定する。且つ、このような円形アレーアンテナ10は、軸30を中心として半径Rの円周線上に複数個の感知器20がそれぞれ所定間隔を有して配置される。

【0004】

このような円形アレーアンテナ10の各感知器20は、個別的に独立してアンテナの機能を遂行し、各感知器20が一つの信号源から信号を受信する場合、各感知器20の受信信号間には位相差が存在する。且つ、基地局は、前記各感知器20に受信された信号の位相差を補償または補正することで最適状態の信号到着方向を推定し、その推定された方向

にビームを形成する。

【0005】

図5は、一般の円形アレーアンテナ10を利用した基地局の分散信号源サーチング装置の構成を示したブロック図で、図示されたように、一般の基地局の分散信号源サーチング装置は、二次元費用関数を利用して、一つの円形アレーアンテナ10を通して受信された各分散信号源の中心垂直角及び中心水平角を同時に推定する二次元サーチング部40と、該二次元サーチング部40により推定された中心垂直角及び中心水平角を利用して、前記各分散信号源の信号到着方向にビームを形成する制御部50と、を含んで構成されている。

【0006】

また、基地局は、一つの円形アレーアンテナ10を使用して分散信号源の信号到着方向を推定するとき、中心水平角及び中心垂直角を媒介変数として有する下記数式1のような二次元費用関数（または判断関数）を利用する。

【0007】

（数式1）

【0008】

【数1】

$$V(\theta, \phi) = \frac{1}{1 - \hat{\lambda}_{\max}(\theta, \phi)}$$

【0009】

【数2】

上式中、 $\hat{\lambda}_{\max}(\theta, \phi)$ は、行列式 $\hat{T}(\theta, \phi) = \hat{E}_s^H \psi(\theta, \phi) \hat{E}_s^* \hat{E}_s^T \psi^*(\theta, \phi) \hat{E}_s$ の最大の固有

値で、 \hat{E}_s は、信号固有ベクトル行列で、 $L \times L$ である $\psi(\theta, \phi)$ は、対角行列(diagonal matrix)として、 $\psi(\theta, \phi) = \text{diag}(e^{j 2\eta \sin \theta \cos(\phi - \gamma_1)}, \dots, e^{j 2\eta \sin \theta \cos(\phi - \gamma_L)})$ である。且つ、 η は、円形アレーアンテナ10の半径 R と各感知器20間の距離に関する常数で、

$\gamma_k = \frac{2\pi(k-1)}{L}$ で、 L は、感知器20の個数である。

前記二次元費用関数は、論文[Q. Wan and Y. -N. Peng, “Low-complexity estimator for four-dimensional parameters under a reparameterized distributed source model,” IEEE Proc.-Radar, Sonar, Navig., vol. 148, pp. 313-317, December 2001]に詳しく記載されており、ここでは説明を省略する。

【0010】

以下、このように構成された一般の基地局の分散信号源サーチング装置の動作を説明する。

【0011】

即ち、一つの円形アレーアンテナ10の感知器20を通して受信された各分散信号源は、二次元サーチング部40に伝送され、該二次元サーチング部40は、ニュートンの方法を利用して初期値を設定し、該設定された初期値に基づいて、下記数式2のように前記二次元費用関数が最大値を有する独立変数の値、即ち、各分散信号源の最適の中心垂直角及び中心水平角を同時に推定する。

【0012】

(数学式 2)

【0013】

【数3】

$$(\hat{\theta}, \hat{\phi}) = \arg \max_{\theta, \phi} V(\theta, \phi)$$

その後、制御部50は、前記推定された各分散信号源の中心垂直角及び中心水平角が、二次元費用関数が局所の最大 (local maximum) 値でない全体の最大 (global maximum) 値を有するときの解であると、前記推定された中心垂直角及び中心水平角の方向、即ち、該当の分散信号源の信号到着方向にアンテナビームの形成を制御する。

【0014】

前記ニュートンの方法は、非線形多次元関数の解を求めるための一般の方法であって、一般の非線形多次元関数の解は1回に求めにくい。また、前記ニュートンの方法により設定された初期値は、二次元費用関数が全体の最大値を有するための解 (図6のx0) の隣接値の可能性もあるが、局所の最大値を有するための解 (図6のx1) の隣接値の可能性が多い。

【特許文献1】韓国特許出願公開第2000-0013268号明細書

【特許文献2】韓国特許出願公開第2001-0105470号明細書

【特許文献3】特開2001-183437号公報

【特許文献4】特開平08-005734号公報

【特許文献5】米国特許6,377,213号明細書

【特許文献6】欧州特許出願公開第1079461号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

このような一般の基地局の分散信号源サーチング装置においては、一つの円形アレーアンテナを通して受信された各分散信号源を利用して二次元費用関数を計算するので、ニュートンの方法を利用して初期値を設定し、該設定された初期値により二次元費用関数の解を求めるが、このとき、二次元費用関数が全体の最大値でない局所の最大値を有するときの解を得る可能性が多いため、分散信号源の最適化状態の信号到着方向を推定し得ないという問題点があった。

【0016】

また、一般の基地局の分散信号源サーチング装置は、非線形二次元費用関数が最大値 (または最小値) を有するときの中心垂直角及び中心水平角を同時に推定しなければならず、全ての分散信号源に対し、非線形二次元関数の局所最大の問題を排除しながら最適の中心垂直角及び中心水平角を推定しなければならないので、分散信号源の信号到着方向を推定するとき多くの計算量が要求される。よって、このような大量の計算により、一般の基地局の分散信号源サーチング装置は、一つの円形アレーアンテナ (または適応アンテナ) を使用するビーム形成システムに多量の負荷を与えるという問題点があった。

【0017】

本発明は、このような従来の課題に鑑みてなされたもので、一対の円形アレーアンテナを利用して分散信号源の粗中心垂直角を推定し、該推定された粗中心垂直角を二次元費用関数に適用して前記分散信号源の中心水平角を推定し、該推定された中心水平角を二次元費用関数に適用して前記分散信号源の中心垂直角を推定することで、前記分散信号源の信号到着方向推定方法の複雑度を減らし、局所最大の問題を防止し得る基地局の分散信号源サーチング方法及びその装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明により、上下方向に所定距離離隔された一対の円形アレーアンテナと、前記一対の円形アレーアンテナを通して受信された分散信号源 (distributed signal source) の粗中心垂直角を推定する前処理部と、前記粗中心垂直角を利用して、前記分散信号源の中心水平角を推定する中心水平角サーチング部と、前記推定された中心水平角を利用して、前記分散信号源の中心垂直角を推定する中心垂直角サーチング部とを含んで構成されることを特徴とする基地局の分散信号源サーチング装置が提供され、それにより、上記目的が達成される。

【0019】

前記一対の円形アレーアンテナの各軸は同一線上に位置し、それら軸間には前記所定距離が存在し、前記一対の円形アレーアンテナの各感知器間には上下方向に前記所定距離が存在してもよい。

【0020】

前記所定距離は、波長の長さの倍数を含んでもよい。

【0021】

前記前処理部は、前記一対の円形アレーアンテナを通して受信された前記分散信号源の粗中心垂直角を、T L S - E S P R I T方法を利用して推定してもよい。

【0022】

前記中心水平角サーチング部は、中心垂直角の変数及び中心水平角の変数に対する二次元費用関数に前記粗中心垂直角を前記中心垂直角の変数の値として入力することで、前記中心水平角の変数に対する第1次元費用関数に変換し、該第1次元費用関数が最大値を有するための前記分散信号源の中心水平角を推定してもよい。

【0023】

前記中心垂直角サーチング部は、中心垂直角の変数及び中心水平角の変数に対する二次元費用関数に前記推定された中心水平角を前記中心水平角の変数の値として入力することで、前記中心垂直角の変数に対する第2次元費用関数に変換し、該第2次元費用関数が最大値を有するための前記分散信号源の中心垂直角を推定してもよい。

【0024】

前記推定された中心垂直角及び中心水平角を利用して、前記分散信号源の信号到着方向にビームを形成する制御部を更にも含む。

【0025】

本発明により、一対の円形アレーアンテナの各感知器を通して分散信号源を受信する段階と、前記受信された各分散信号源の粗中心垂直角を推定する段階と、一つの分散信号源の粗中心垂直角を利用して、前記分散信号源の中心水平角を推定する段階と、前記推定された中心水平角を利用して、前記分散信号源の中心垂直角を推定する段階とを行うことを特徴とする基地局の分散信号源サーチング方法が提供され、それにより、上記目的が達成される。

【0026】

前記中心水平角を推定する段階及び前記中心垂直角を推定する段階を、前記分散信号源の個数だけ順次行う段階を更に行ってもよい。

【0027】

前記一対の円形アレーアンテナの各軸は同一線上に位置し、それら軸間には波長の長さの倍数に該当する所定距離が存在し、前記一対の円形アレーアンテナの各感知器間には上下方向に前記所定距離が存在してもよい。

【0028】

前記粗中心垂直角の推定は、前記一対の円形アレーアンテナの各感知器を通して受信された前記各分散信号源の粗中心垂直角を、T L S - E S P R I T方法を利用して推定してもよい。

【0029】

前記分散信号源の中心水平角を推定する段階は、中心垂直角の変数及び中心水平角の変

数に対する二次元費用関数を、前記中心水平角の変数に対する第1次元費用関数に変換する段階と、前記第1次元費用関数が最大値を有するための前記分散信号源の中心水平角を推定する段階とを行ってもよい。

【0030】

前記二次元費用関数を前記第1次元費用関数に変換する方法は、前記中心垂直角の変数及び前記中心水平角の変数に対する二次元費用関数に、前記粗中心垂直角を前記中心垂直角の変数の値として入力する方法であってもよい。

【0031】

前記分散信号源の中心垂直角を推定する段階は、中心垂直角の変数及び中心水平角の変数に対する二次元費用関数を、前記中心垂直角の変数に対する第2次元費用関数に変換する段階と、前記第2次元費用関数が最大値を有するための前記分散信号源の中心垂直角を推定する段階とを行ってもよい。

【0032】

前記二次元費用関数を前記第2次元費用関数に変換する方法は、前記中心垂直角の変数及び前記中心水平角の変数に対する二次元費用関数に、前記推定された中心水平角を前記中心水平角の変数の値として入力する方法であってもよい。

【0033】

このような目的を達成するため、本発明に係る基地局の分散信号源サーチング装置は、上下方向に所定距離離隔された一対の円形アレーアンテナと、前記一対の円形アレーアンテナを通して受信された分散信号源の粗中心垂直角を推定する前処理部と、前記粗中心垂直角を利用して、前記分散信号源の中心水平角を推定する中心水平角サーチング部と、前記推定された中心水平角を利用して、前記分散信号源の中心垂直角を推定する中心垂直角サーチング部と、を含んで構成されることを特徴とする。

【0034】

また、本発明に係る基地局の分散信号源サーチング方法は、一対の円形アレーアンテナの各感知器を通して各分散信号源を受信する段階と、前記受信された各分散信号源の粗中心垂直角を推定する段階と、一つの分散信号源の粗中心垂直角を利用して、前記分散信号源の中心水平角を推定する段階と、前記推定された中心水平角を利用して、前記分散信号源の中心垂直角を推定する段階と、を行うことを特徴とする。

【0035】

本発明により、一対の円形アレーアンテナを利用して分散信号源の粗中心垂直角を推定し、該推定された粗中心垂直角を二次元費用関数に適用して前記分散信号源の中心水平角を推定し、該推定された中心水平角を二次元費用関数に適用して前記分散信号源の中心垂直角を推定することで、前記分散信号源の信号到着方向推定方法の複雑度を減らし、局所最大の問題を防止し得る基地局の分散信号源サーチング方法及びその装置を提供する。上下方向に所定距離離隔された一対の円形アレーアンテナ100と、一対の円形アレーアンテナ100を通して受信された分散信号源の粗中心垂直角を推定する前処理部110と、粗中心垂直角を用いて分散信号源の中心水平角を推定する中心水平角サーチング部120と、推定された中心水平角を用いて分散信号源の中心垂直角を推定する中心垂直角サーチング部130とを含んで基地局の分散信号源サーチング装置を構成する。

【発明の効果】

【0036】

本発明に係る基地局の分散信号源サーチング方法及びその装置においては、一対の円形アレーアンテナに受信された分散信号源の中心垂直角をT L S - E S P R I T方法により粗推定することで、粗推定の計算が簡単であると共に、局所最大の問題を防止し得るという効果がある。

【0037】

また、本発明は、各分散信号源の粗中心垂直角を推定し、該推定された粗中心垂直角を利用した分散信号源の中心水平角の推定、及び該推定された中心水平角を利用した分散信号源の中心垂直角の推定を各分散信号源に対して順次行うことで、q個の分散信号源が存

在する場合、2 q 回の一次元サーチングを行う。

【0038】

また、本発明は、分散信号源の粗中心垂直角を推定し、該分散信号源の粗中心垂直角を二次元費用関数に入力して、該二次元費用関数を中心水平角の変数に対する一次元費用関数に変換し、該一次元費用関数が最大値を有するための解として中心水平角を計算し、該計算された中心水平角を前記二次元費用関数に入力して、該二次元費用関数を中心垂直角の変数に対する一次元費用関数に変換し、該一次元費用関数が最大値を有するための解として中心垂直角を計算することで、非線形二次元関数の計算よりも一次元関数の計算が簡単になるので、分散信号源の信号到着方向を推定するための計算の複雑度を減らし、分散信号源の信号到着方向を推定するための基地局の負荷を減らし得るという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

以下、本発明の最良の実施形態について図面に基づいて説明する。

【0040】

図1は、本発明に係る一対の円形アレーアンテナを示した構成図で、図示されたように、一対の円形アレーアンテナ100は、第1円形アレーアンテナ10と第2円形アレーアンテナ10'とが同一軸線上の上下側に位置し、前記第1円形アレーアンテナ10の各感知器20と前記第2円形アレーアンテナ10'の各感知器20'とは所定距離d離隔され、該所定距離dは波長 λ の倍数で、例えば、 $\lambda/2$ または λ になる。

【0041】

このような一対の円形アレーアンテナ100に受信される分散信号源は、中心垂直角 θ 、垂直角分散 σ_θ 、中心水平角 ϕ 、水平角分散 σ_ϕ を有し、ここでは、分散信号源の信号到着方向を推定することが主目的であるため、垂直角分散 σ_θ 及び水平角分散 σ_ϕ の推定は省略する。

【0042】

図2は、本発明に係る基地局の分散信号源サーチング装置の構成を示したブロック図で、図示されたように、本発明に係る基地局の分散信号源サーチング装置は、第1及び第2円形アレーアンテナ10、10'間に所定距離を有する一対の円形アレーアンテナ100と、該一対の円形アレーアンテナ100から受信された分散信号源の粗中心垂直角を推定する前処理部110と、前記推定された粗中心垂直角を二次元費用関数に適用して一次元費用関数に変換し、該一次元費用関数を利用して前記分散信号源の中心水平角を推定する中心水平角サーチング部120と、前記推定された中心水平角を前記二次元費用関数に適用して一次元費用関数に変換し、該一次元費用関数を利用して前記分散信号源の中心垂直角を推定する中心垂直角サーチング部130と、前記推定された中心垂直角及び中心水平角を利用して、前記分散信号源の信号到着方向にビームを形成する制御部140と、を含んで構成されている。

【0043】

前記前処理部110は、前記分散信号源の粗中心垂直角を推定するとき、MUSIC方法、ML (Maximum Likelihood) 方法、またはTLS-ESPRIT (total least square-estimation of signal parameter via rotational invariance techniques) 方法を用いる。前記MUSIC方法は、共分散行列 (covariance matrix) を固有分解して得られたノイズ関連固有ベクトルと実際の信号到着方向に対する調整ベクトル間の直交性を利用して、スペクトル基盤 (spectral-based) 観点で直交性を満足する信号到着方向を推定する方法で、前記ML方法は、パラメトリックモデルから推定した共分散行列と知らない変数からなる理論的な共分散行列間の差を最小化する変数を求める方法である。また、前記TLS-ESPRIT方法について説明すると、一般に、TLS-ESPRIT方法は、アンテナの構造的な特性を利用して、点信号源モデルから信号到着方向を簡単に推定する方法である。ここで、一般のTLS-ESPRIT方法は、論文「R. Roy and T. Kailath, "E

SPRIT-Estimation of signal parameters via a rotational invariance techniques", IEE E Trans. Acoust., Speech, Signal Process., vol. 37, pp. 984-995, July 1989」に詳しく記載されている。

【0044】

本発明は、所定距離離隔された一対の円形アレーアンテナ100を通して分散信号源を受信するので、本発明の前処理部110で用いられるTLS-ESPRIT方法は、一対の円形アレーアンテナ100の各調整ベクトル間の相関関係を導き出すことができるし、該相関関係は行列で表され、該行列と共分散行列の各固有ベクトル間の関係から分散信号源の中心垂直角を粗推定することができる。

【0045】

これらの方法中、ML方法は、信号到着方向を最も正確に推定することはできるが、非線形多次元関数を利用して推定するため非常に複雑で、該当信号の処理に多くの時間がかかる。よって、本発明は、各分散信号源の粗中心垂直角を推定するとき、前記TLS-ESPRIT方法を用いる。

【0046】

以下、このように構成された本発明に係る基地局の分散信号源サーチング装置の動作を説明する。

【0047】

図3は、本発明に係る基地局の分散信号源サーチング方法を示したフローチャートである。

【0048】

上下方向に所定距離d離隔された一対の円形アレーアンテナ100に分散信号源が到着すると、前処理部110は、前記一対の円形アレーアンテナ100の各感知器20、20'に受信された分散信号源の入射角度及び位相差を利用して、TLS-ESPRIT方法により前記分散信号源の粗中心垂直角

【0049】

【数4】

$\tilde{\theta}$

を推定する。該粗中心垂直角は、二次元費用関数が全体の最大値を有するための解でなく、その解に隣接した値を示す。前記前処理部110は、前記一対の円形アレーアンテナ100に受信された全ての分散信号源（例えば、分散信号源の個数がq個のとき、q個の分散信号源）の粗中心垂直角を推定する（ステップS20）。

【0050】

その後、中心水平角サーチング部120は、数式2に示される二次元最適化問題を解くための数式に中心垂直角の変数 θ_1 として粗中心垂直角

【0051】

【数5】

$\tilde{\theta}_i$

を入力して、二次元費用関数を下記数式3のように中心水平角の変数 ϕ_1 に対する一次元関数に変換する。

【0052】

（数式3）

【0053】

【数6】

$$\hat{\phi}_i = \arg \max_{\phi} V(\tilde{\theta}_i, \phi_i)$$

上式中、 θ_i は、i 番目の分散信号源の中心垂直角の変数、 ϕ_i は、i 番目の分散信号源の中心水平角の変数をそれぞれ示すものである。

【0054】

その後、中心水平角サーチ部120は、前記一次元関数が全体の最大値を有するようにするため、i 番目の分散信号源の中心水平角

【0055】

【数7】

$$\hat{\phi}_i$$

を推定する（ステップS22）。ここで、一次元関数の解を求める方法は、非線形二次元関数の解を求める方法より計算手順が簡単で、局所の最大値を有するときの解を得る可能性もない。

【0056】

その後、中心垂直角サーチ部130は、前記推定された i 番目の分散信号源の中心水平角

【0057】

【数8】

$$\hat{\phi}_i$$

を、数学式2に示される二次元最適化問題を解くための数式に中心水平角の変数 ϕ_i として入力して、二次元費用関数を数学式4のように中心垂直角の変数 θ_i に対する一次元関数に変換する。

【0058】

（数学式4）

【0059】

【数9】

$$\hat{\theta}_i = \arg \max_{\theta} V(\theta_i, \hat{\phi}_i)$$

次いで、前記中心垂直角サーチ部130は、前記一次元関数が全体の最大値を有するようにする解として、i 番目の分散信号源の中心垂直角

【0060】

【数10】

$$\hat{\theta}_i$$

を推定する（ステップS24）。

【0061】

次いで、前記中心水平角サーチ部120及び中心垂直角サーチ部130は、q 個の分散信号源に対し中心垂直角及び中心水平角を全て推定したかを確認し、q 個の全ての分散信号源に対し中心垂直角及び中心水平角が推定されるまで、粗中心垂直角を利用した中心水平角の推定、及び該推定された中心水平角を利用した中心垂直角の推定を順次行う（ステップS26）。

【0062】

このように q 個の分散信号源に対し中心垂直角及び中心水平角が推定されると、制御部140は、各分散信号源の信号到着方向へのビームの形成を制御する。

【0063】

以上のように、本発明の好ましい実施形態を用いて本発明を例示してきたが、本発明は、この実施形態に限定して解釈されるべきものではない。本発明は、特許請求の範囲によってのみその範囲が解釈されるべきであることが理解される。当業者は、本発明の具体的な好ましい実施形態の記載から、本発明の記載および技術常識に基づいて等価な範囲を実施することができることが理解される。本明細書において引用した特許、特許出願および文献は、その内容自体が具体的に本明細書に記載されているのと同様にその内容が本明細書に対する参考として援用されるべきであることが理解される。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】本発明に係る一対の円形アレーアンテナを示した構成図である。

【図2】本発明に係る基地局の分散信号源サーチング装置の構成を示したブロック図である。

【図3】本発明に係る基地局の分散信号源サーチング方法を示したフローチャートである。

【図4】一般の基地局の円形アレーアンテナを示した構成図である。

【図5】一般の一つの円形アレーアンテナを利用した基地局の分散信号源サーチング装置の構成を示したブロック図である。

【図6】全体の最大値及び局所の最大値の例を示した例示図である。

【符号の説明】

【0065】

10 円形アレーアンテナ

40 二次元サーチング部

50 制御部

100 円形アレーアンテナ

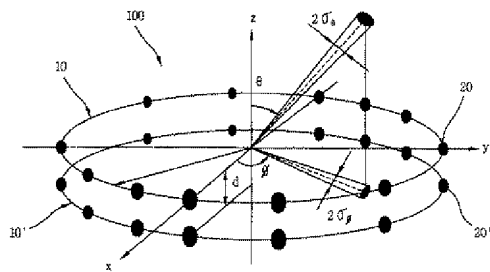
110 前処理部

120 中心水平角サーチング部

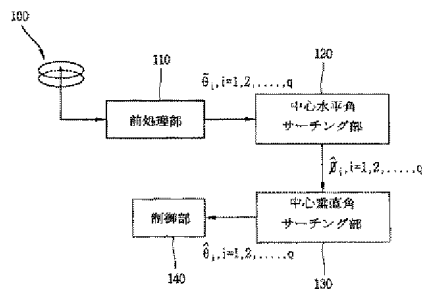
130 中心垂直角サーチング部

140 制御部

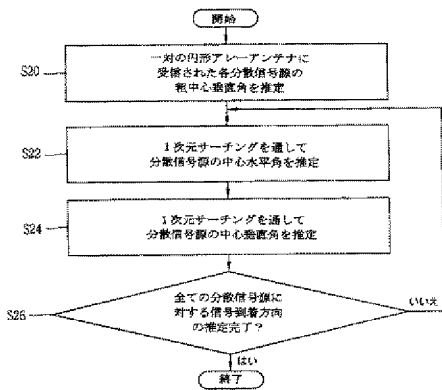
【図1】



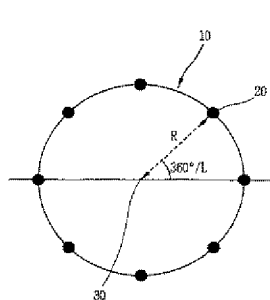
【図2】



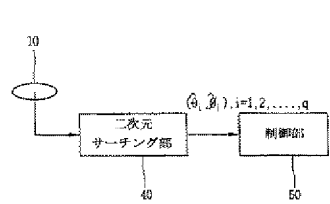
【図3】



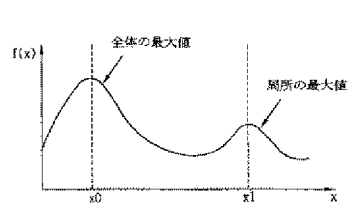
【図4】



【図5】



【図6】



(72)発明者 リー ジョーシク

大韓民国, ギョンギドー, アンヤン, ドンガンーグ, ホギエードン, 1042, エ
メラルド ビルディング 13エフ

Fターム(参考) 5J021 AA02 AA05 AA10 DB01 EA04 GA02 HA10

5K067 AA02 EE10 HH21 KK02 KK03